

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Сибирский государственный индустриальный университет

*Посвящается 90-летию Сибирского
государственного индустриального университета*

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2019»**

23 – 24 октября 2019 г.

*Труды
XXI Международной научно-практической конференции
Часть 2*

**Новокузнецк
2019**

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор М.В. Темлянцев, д.т.н., профессор Г.В. Галевский,
д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский,
к.т.н., доцент С.Г. Коротков

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XXI Международной
научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 2 / под ред. Е.В. Протопопова;
Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – 463 с. : ил.

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и
технологии производства, обработки и сварки металлов, энергоресурсосбережения,
рециклинга и экологии в металлургии.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Администрация Кемеровской области
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
АО «Русал Новокузнецк»
АО «Кузнецкие ферросплавы»
ОАО «Черметинформация»
Издательство Сибирского отделения РАН
Журнал «Известия вузов. Черная металлургия»
Журнал «Вестник СибГИУ»
Журнал «IOP conference series: materials science and engineering»
АО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

УДК 661.665

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА СОЕДИНЕНИЙ ХРОМА В НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

Ширяева Л.С.¹, Галевский Г.В.¹, Саркенов Б.Б.², Гладких И.В.³

¹*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru*

²*Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан, sarkenovb@mail.ru*

³*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, г. Нижний Новгород, Россия, nntu@nntu.ru*

Аннотация. В настоящей работе в качестве объекта исследования выбрана технология нанокристаллических соединений хрома карбидизацией хромсодержащего сырья углеводородами в плазменном потоке, генерируемом в трёхструйном прямоточном реакторе. Разработана компьютерная программа, реализующая комплексную многофакторную модель процесса плазменного синтеза и позволяющая осуществлять многовариантные инженерные и исследовательские расчёты параметров эффективной карбидизации хромсодержащего сырья.

Ключевые слова: моделирование, плазмометаллургический синтез, нанопорошки, композиционные покрытия, тугоплавкие соединения

MODELLING OF SYNTHESIS PROCESSES OF CHROME COMPOUNDS IN NANOCRYSTALLINE STATE

Shiryayeva L.S.¹, Galevsky G.V.¹, Sarkenov B.B.², Gladkih I.V.³

¹*Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, kafcmet@sibsiu.ru*

²*Karaganda state technical university,
Karaganda, Republic of Kazakhstan, sarkenovb@mail.ru*

³*Nizhny Novgorod state technical university
of R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia, nntu@nntu.ru*

Abstract. In this work, the technology of nanocrystalline chromium compounds by carbidization of chromiferous raw materials with hydrocarbons in a plasma stream generated in a three-flow straight-through reactor was chosen as the object of study. A computer program has been developed that implements a complex multifactor model of the plasma synthesis process and allows for multivariate engineering and research calculations of the parameters for the effective carbidization of chromium-containing raw materials.

Keywords: modeling, plasma-metal synthesis, nanopowders, composite coatings, refractory compounds.

Компьютерное моделирование – это один из самых эффективных инструментов познания, анализа и проектирования, которым располагают специалисты, ответственные за разработку и функционирование сложных химических и металлургических производств. Идея компьютерного моделирования проста и в то же время привлекательна, она даёт возможность исследователю экспериментировать с объектами в тех случаях, когда делать это на реальном объекте практически невозможно или нецелесообразно. Плазменный синтез представляет собой сложный для исследования металлургический процесс. Это обусловлено его быстротечностью, высокими температурами и малым объёмом зоны карбидообразования. В подобных условиях весьма перспективным представляется модельно-математический подход, предполагающий проведение термодинамического моделирования процессов синтеза, моделирования взаимодействия потоков хромосодержащего сырья и газа-теплоносителя, экспериментального исследования с привлечением метода планируемого эксперимента. Результаты исследований, представленные в работах [1-3], позволяют прогнозировать возможные технологические варианты, параметры и показатели синтеза карбида хрома (таблица 1).

Таблица 1 – Технологические варианты, параметры и показатели синтеза карбида хрома (прогноз)

Технологические параметры и показатели	Технологические варианты		
	карбидизация хрома	восстановление оксида хрома Cr ₂ O ₃	восстановление хлорида хрома CrCl ₃
Мощность реактора, кВт	150	150	150
Расход плазмообразующего газа (азота), кг/с	9·10 ⁻³	9·10 ⁻³	9·10 ⁻³
Начальная температура плазменного потока, К	5400	5400	5400
Температуры закалки, К	2000	2000	2000
Массовая расходная концентрация, кг сырья /кг азота	0,10	0,12	0,15
Степень превращения сырья в карбид	0,96	0,96	0,96
Выход карбида, % масс.	91,4	90,0	91,8
Производительность по карбиду хрома, кг/ч	3,42	2,79	1,69
Интенсивность производства, кг/ч·м ³	2011	1641	994
Расход хромосодержащего сырья, кг/кг	0,90	1,30	2,76
Расход метана, кг/кг	0,84	2,74	0,89
Расход газа – теплоносителя, кг/кг	9,47	11,6	19,70
Удельный расход эл. энергии, кВт·ч /кг	43,85	53,76	88,70
Расход охлаждающей воды, м ³ /кг	1,08	1,32	2,19

Сопоставление различных технологий получения порошков тугоплавких соединений свидетельствует о том, что для достижения наноуровня в первую очередь востребованы технологии, основанные на применении высококонцентрированных энергетических потоков для газификации сырья и формирования целевого продукта при объемной конденсации из газовой фазы. Среди подобных технологий плазменный способ отличается сравнительной простотой реализации и является наиболее изученным и конкурентоспособным [4-6]. Процессы плазменного синтеза условно можно подразделить на три стадии: 1) эволюция исходного сырья, включающая его движение в потоке газа-теплоносителя, нагрев и фазовые переходы; 2) химические реакции, т.е. сам синтез; 3) формирование дисперсного продукта (конденсация, коалесценция, кристаллизация, коагуляция). На завершенность первой стадии, являю-

щейся в случае использования дисперсного сырья лимитирующей и определяющей в связи с этим количественный выход целевого продукта, существенные ограничения накладывают высокие скорости движения реагирующих сред, составляющие в каналах трехструйных прямоточных реакторов в зависимости от рабочих параметров плазмотронов 30 – 60 м/с и тем самым способствующие сокращению времени пребывания сырья при температурах перехода его в паровую фазу (10^{-4} – 10^{-5} с). В связи с этим из всех факторов, влияющих на степень превращения исходного сырья, а именно: теплофизических и термодинамических свойств плазмы и сырья, соотношения массовых расходов плазмообразующего газа и сырья, начальной температуры плазмы, конструктивных особенностей реактора, удельных энергозатрат, организации процесса смешения дисперсного сырья с плазмой и др. – основным лимитирующим фактором является теплообмен высокотемпературного потока газа с движущимися в нем частицами обрабатываемого материала. Следовательно, высокие степени превращения сырья на первой стадии синтеза могут быть достигнуты при таких гидродинамических и энергетических параметрах реакторов, которые обеспечивают за весьма ограниченное время подвод от теплоносителя к дисперсному сырью количества энергии, достаточного для требуемых теплофизических и физико-химических превращений [7,8]. Однако экспериментальное исследование этой стадии синтеза затруднено ввиду её кратковременности и отсутствия надёжно работающих в подобных условиях средств диагностики и контроля и сводится в связи с этим, как правило, к модельно-математическому, позволяющему при определенной «идеализации» процесса выявить влияние на степень перехода сырья в газовую фазу температуры и скорости газового потока в зоне ввода сырья, расхода реагентов, условий ввода и размеров частиц сырья [1].

В настоящей работе в качестве объекта исследования выбрана технология производства карбида хрома карбидизацией хромсодержащего сырья углеводородами в плазменном потоке, генерируемом в трехструйном прямоточном реакторе.

Технологические варианты, параметры и показатели синтеза карбида хрома представлены в таблице 1. При расчёте учитывались возможные потери сырья в реакторе в количестве 4 % и потери продуктов синтеза в системе улавливания в количестве 5 %.

Анализ приведенных в таблице 1 данных показывает, что наиболее перспективным является технологический вариант получения карбида карбидизацией порошка хрома, технико-экономические показатели которого значительно превышают ожидаемые в других вариантах.

Экспериментальные исследования проводились с привлечением метода планируемого эксперимента, что позволило найти зависимости содержания в продуктах синтеза близкого по составу к карбиду карбонитрида хрома и сопутствующих ему примесей от определяющих факторов [1,3,9].

На основе результатов теоретических и экспериментальных исследований разработана компьютерная программа «Обобщённая модель карбидообразования при плазменном синтезе» [10], предназначенная для проведения многовариантных инженерных и исследовательских расчётов содержания в продуктах синтеза карбонитрида хрома и основных примесей, уровня их дисперсности в зависимости от основных технологических параметров. Изменяемыми параметрами синтеза являются: начальная температура плазменного потока, температура закалки продуктов синтеза, количество углеводорода для карбидизации хрома, концентрации водорода, атомарного азота в плазмообразующем газе. Результаты расчётов анализируются. По каждому варианту расчёта формируется отчёт. Структурный состав программы предусматривает: внутреннюю СУБД, интерфейс для ввода данных, вывод отчёта в Microsoft Excel.

Использование программного продукта позволяет осуществлять многовариантные инженерные и исследовательские расчёты по определению содержания карбонитрида хрома и основных примесей, уровня дисперсности, выявлению зависимости содержания от основных параметров. Для создания программного продукта проведён сбор необходимой информации по разработке и освоению технологии плазмометаллургического производства карбо-

нитрида хрома. Для хранения необходимых данных о технологическом процессе создана база данных. Данные из базы передаются в программу, где используются и обрабатываются.

Программа позволяет выполнить расчёт и представить графически результаты исследования зависимости содержания карбонитрида хрома в продуктах синтеза от начальной температуры плазменного потока, температуры закалки продуктов синтеза, количества углеводорода для карбидизации хрома, концентрации водорода и атомарного азота в плазмообразующем газе.

В основу программного продукта положен расчёт содержания карбонитрида хрома в продуктах синтеза, осуществляемый с использованием натурно-модельных данных. Полученные в процессе реализации технологии плазмометаллургического производства карбонитрида хрома натурно-модельные данные представляют собой значения следующих параметров синтеза: начальная температура плазменного потока, температура закалки продуктов синтеза, количество углеводорода для карбидизации хрома, концентрации водорода и атомарного азота в плазмообразующем газе. При проведении вычислительного процесса перечисленные параметры синтеза являются входными данными. Ввод данных осуществляется изменением текущего значения в пределах исследуемого диапазона под контролем преподавателя, за которым закреплены соответствующие дисциплины, что исключает ввод некорректных данных.

Содержание карбонитрида хрома в продуктах синтеза описывается уравнениями первого порядка. Результат проведённых вычислений представляет собой график, по которому определяется характер зависимости содержания карбонитрида хрома в продуктах синтеза и основных примесей от его условий. Затем проводится анализ полученных результатов. Использование программного продукта позволяет анализировать: выход карбонитрида хрома и сопутствующих ему фаз; уровень дисперсности карбонитрида хрома; влияние начальной температуры плазменного потока;

влияние количества углеводорода для карбидизации хрома; влияние концентрации водорода в плазмообразующем газе; влияние концентрации атомарного азота в плазмообразующем газе.

На основании проведённого анализа делаются следующие выводы:

– о прогнозировании содержания карбонитрида хрома и примесей в продуктах синтеза в зависимости от основных параметров (начальной температуры плазменного потока; температуры закалки продуктов синтеза; количества углеводорода для карбидизации хрома; концентраций водорода в и атомарного азота в плазмообразующем газе);

– об оптимальности условий синтеза и получения требуемого содержания карбонитрида хрома в его продуктах;

– о количественном прогнозировании дисперсности карбонитрида хрома.

По каждому варианту формируется отчёт.

Целью проведения многовариантных инженерных и исследовательских расчётов является оптимизация процесса образования карбонитрида хрома путём определения содержания карбонитрида хрома и основных примесей, уровня дисперсности, выявления зависимости содержания продуктов синтеза от его условий.

Основными задачами являются: обеспечение максимального выхода целевого продукта; определение факторов, влияющих на состав продукта; поиск эффективных управляющих воздействий для получения требуемого содержания карбонитрида хрома в продуктах синтеза; развитие у пользователей навыков работы с наиболее распространёнными приложениями; самостоятельное выполнение пользователем (студентом) работы и возможность контроля её преподавателем при обязательной регистрации пользователя.

В программе используются элементы объектно-ориентированного подхода и технология традиционного структурного проектирования. Алгоритм программы должен обеспечивать расчёт и графическое представление результатов исследования зависимости содержания карбонитрида хрома в продуктах синтеза от его параметров. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютер при помощи установочного файла Setup.EXE. Основное

рабочее окно содержит все основные закладки, необходимые для дальнейшей работы пользователя, с помощью которых он осуществляет выбор хромсодержащего сырья и вариантов расчёта (рисунок 1).

Выберите вариант продукта синтеза, который Вы хотите изучить				
Вашему вниманию предлагается ряд вариантов продуктов плазмометаллургического синтеза карбонитрида хрома				
Выберите, пожалуйста, варианты продуктов синтеза, которые Вы хотите изучить				
$Cr_3(C, N)_2$	$[Cr_3(C, N)_2 - Cr_{своб}]$	$[Cr_3(C, N)_2 - C_{своб}]$	$[Cr_3(C, N)_2 - Cr_2O_3]$	$[Cr_3(C, N)_2 - N_{своб}]$
Карбонитрид хрома				
<input checked="" type="checkbox"/> Исследование зависимости содержания карбонитрида хрома от начальной температуры плазменного потока;			<input type="button" value="Выделить всё"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Исследование зависимости содержания карбонитрида хрома от концентрации водорода в плазмообразующем газе;				
<input checked="" type="checkbox"/> Исследование зависимости содержания карбонитрида хрома от количества атомарного азота в плазмообразующем газе;			<input type="button" value="Убрать выделение"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Исследование температурной зависимости среднего размера частиц карбонитрида хрома при их укрупнении в плазменном потоке.				
<input type="button" value="Сброс"/>		<input type="button" value="Далее"/>		

Рисунок 1 – Основное рабочее окно программы

Программный продукт позволяет создать шаблон отчёта в Microsoft Excel, в котором представляются результаты расчёта и полученные графические зависимости. Возможен альтернативный вывод полученной информации на экран, принтер или файл, расположенный на внешнем носителе. Далее представлена информация о содержании в продуктах плазмометаллургического синтеза карбонитрида хрома $Cr_{своб}$, $C_{своб}$, Cr_2O_3 , N_2 .

Таким образом, разработанная компьютерная программа представляет собой законченный программный продукт, который позволяет осуществлять оптимизацию параметров плазмометаллургического производства карбида хрома, а также проводить исследования по созданию новых высокоэффективных технологических процессов с использованием тугоплавких нанокарбидов, наноборидов и их композиций.

Библиографический список

1. Ноздрин И.В. Модельно-математическое исследование условий эффективной переработки хромсодержащего сырья в плазменном реакторе / И.В.Ноздрин, В.В.Руднева, Л.С.Ширяева, М.А.Терентьева // Изв. вузов. Чёрная металлургия.– 2012.–№2.– С. 13 – 18.
2. Ноздрин И.В. Термодинамический анализ процессов плазменного синтеза карбида хрома / И.В.Ноздрин // Изв. вузов. Чёрная металлургия.– 2011.–№10.– С. 3 – 7.
3. Ширяева Л.С. Экспериментальное исследование плазмометаллургического синтеза карбида хрома с привлечением метода планируемого эксперимента для различных видов хромсодержащего сырья / Л.С. Ширяева, Г.В. Галевский, И.В.Ноздрин, В.В.Руднева, //Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. – 2017.–№ 10.– С. 177-188.
4. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии : учебник для вузов / В.П. Цымбал. – Кемерово, М. : Издат. объединение «Российские университеты», Кузбассвузиздат. – АСТШ, 2006. – 431 с.
5. Tseluikin V.N. Composite electrochemical coatings: deposition, structure and operational properties. *Advances in Nanotechnology*. 2017. С. 67-90.
6. Shiryaeva L.S. Peculiarities of production of chromium carbonitride nanopowder and its physical-chemical certification / Shiryaeva L.S., Nozdrin I.V., Galevsky G.V.// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 6. Ser. "6th International Scientific Practical Conference on Innovative Technologies and Economics in Engineering" 2015. С. 012004.

7. Plasma chemical reactor based on a low pressure pulsed arc discharge for synthesis of nanopowders / Карпов I.V., Ushakov A.V., Lepeshev A.A., Fedorov L.Y. // Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics. 2017. Т. 62. № 1. С. 168-173.

8. Моссэ А.Л. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах / А.Л. Моссэ, И.С. Буров. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.

9. Rudneva V.V. Effective Processing of Disperse Raw Materials in a Plasma Reactor / V.V. Rudneva, G.V. Galevskii, E.K. Yurkova // Steel in Translation. – 2007. – Vol. 37. – № 2. – Pp. 115 – 118.

10. Свидетельство № 18396 о регистрации электронного ресурса «Программа «Обобщенная модель карбидообразования при плазменном синтезе» версия 1.0.2» в объединенном фонде электронных ре-сурсов «Наука и образование» РАО / Л.С. Ширяева, И.В. Ноздрин, Г.В. Галевский, В.В. Руднева. – М. : ИНИПИ, 2012.

УДК 661.665

КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА И СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКА МОЛИБДЕНА

Ширяева Л.С.¹, Галевский Г.В.¹, Саркенов Б.Б.², Гладких И.В.³

¹*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru*

²*Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан, sarkenovb@mail.ru*

³*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, г. Нижний Новгород, Россия, nntu@nntu.ru*

Аннотация. Проведён анализ современного состояния производства и применения порошка молибдена. Молибден широко применяется в различных отраслях промышленности, что обусловлено его уникальными физико-химическими свойствами, такими как высокая прочность, коррозионная стойкость и температура плавления. Большинство жаростойких сплавов содержит молибден, он входит в состав наиболее кислотостойких сплавов, сопротивляющихся действию всех минеральных кислот, кроме плавиковой.

Ключевые слова: порошковая металлургия, молибден, плазменный синтез, реактор.

CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF WAYS OF PRODUCTION AND SCOPES OF MOLYBDENUM POWDER

Shiryayeva L.S.¹, Galevsky G.V.¹, Sarkenov B.B.², Gladkih I.V.³

¹*Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, kafcmet@sibsiu.ru*

²*Karaganda state technical university,
Karaganda, Republic of Kazakhstan, sarkenovb@mail.ru*

³*Nizhny Novgorod state technical university
of R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia, nntu@nntu.ru*

Abstract. The analysis of the current state of production and use of molybdenum powder. Molybdenum is widely used in various industries, due to its unique physicochemical properties, such as high strength, corrosion resistance and melting point. Most heat-resistant alloys contain molybdenum, it is part of the most acid-resistant alloys that resist the action of all mineral acids, except hydrofluoric.

Keywords: powder metallurgy, molybdenum, plasma synthesis, reactor.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	4
О ВЛИЯНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КВАРЦИТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ КРЕМНИЯ И ВЫСОКОПРОЦЕНТНОГО ФЕРРОСИЛИЦИЯ <i>Ёлкин К.С., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Сивцов А.В., Кашилев И.М., Карлина А.И., Ёлкин Д.К.</i>	4
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ <i>Ёлкин Д.К., Ёлкин К.С., Сивцов А.В.</i>	13
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ КАЛЬЦИЕМ И БАРИЕМ НА МОДИФИЦИРОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ <i>Гайворонский А.В., Павлова Н.В.</i>	16
ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ КИСЛОРОДА В РАСПЛАВАХ NI-CO <i>Александров А.А., Дашевский В.Я.</i>	23
РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ <i>Жуков Д.В., Коновалов С.В.</i>	29
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА ПРИ КАРБО- И МЕТАЛЛОТЕРМИИ <i>Есенгалиев Д.А., Исагулов А.З., Байсанов С.О., Байсанов А.С., Заякин О.В.</i>	33
ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МЕТАЛЛА В ПЕЧАХ <i>Стерлигов В.В., Михайличенко Т.А.</i>	38
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКООСНОВНЫХ БОРСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ <i>Бабенко А.А., Шартдинов Р.Р., Уполовникова А.Г., Сметанников А.Н., Гуляков В.С.</i>	43
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРАКТИКА ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ И КРЕМНИСТЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ОТ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ <i>Ёлкин К.С., Кашилев И.М., Карлина А.И.</i>	47
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ОКСИДА УГЛЕРОДА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГАЗОВОЙ СТРУИ И ВАННЫ РАСПЛАВА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ <i>Солоненко В.В., Протопопов Е.В., Сарычев В.Д., Грановский А.Ю., Темлянец М.В.</i>	53
СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕЧЕЙ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА В ЕВРАЗ ЗСМК <i>Леонтьев А.С.</i>	57
НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЗОНАНСНО-ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА <i>Лубяной Д.А., Толстикова Ю.А., Буймов Д.В., Мусохранов В.В., Кузин Е.Г., Марченко И.А.</i>	62
ЛИНЕЙКА ДЛЯ РАСЧЕТА ШИХТЫ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ КУЗЬМИЧЕВА И.Я. – ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ШИХТЫ <i>Лубяной Д.А.</i>	62
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСКОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ В КАЧЕСТВЕ СУХИХ БАРЬЕРНЫХ СМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ <i>Немчинова Н.В., Яковлева А.А., Тютрин А.А., Гудкова О.П.</i>	71
РАСЧЕТ СЕРОПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ШЛАКА ДСП В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ПЛАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОЙ ОСНОВНОСТИ <i>Журавлев А.А.</i>	76
РАСЧЕТ УДАЛЕНИЯ АЗОТА ИЗ СТАЛИ ШЛАКОВЫМИ СМЕСЯМИ С ВЫСОКОЙ НИТРИДНОЙ ЕМКОСТЬЮ <i>Журавлев А.А.</i>	77
ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ НАНОПОРОШКА W НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТЕЙНОГО СПЛАВА МАРКИ АК12 <i>Башев В.С.</i>	79
ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ И РУД НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОГО АГРЕГАТА СЭР <i>Цымбал В.П., Рыбушкин А.А., Рыбенко И.А., Кожемяченко В.И., Калашников С.Н., Ермакова Л.А.</i>	85

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА УГЛЕРОДОМ, КРЕМНИЕМ И АЛЮМИНИЕМ <i>Рыбенко И.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Прошунин И.Е., Голодова М.А.</i>	93
РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ, ПОВЫШАЮЩИХ КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ <i>Вдовин Р.А.</i>	100
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССОВ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ <i>Рыбенко И.А.</i>	108
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛЮЩИХ ШАРОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ <i>Уманский А.А., Головатенко А.В.</i>	116
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЛЬСОВ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ МАТРИЦА – НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ (ММ – НВ) <i>Павлов В.В.</i>	120
АКУСТИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ACCUSTEEL КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО И КОНВЕРТЕРНОГО ПЕРЕДЕЛОВ СТАЛИ – ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА <i>Шлик О., Шлик А., Шлик А.</i>	127
ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ РАФИНИРОВАННОГО ФЕРРОХРОМА И ПРЕДПОСЫЛКИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ШЛАКА ОТ САМОРАССЫПАНИЯ <i>Акуев А.М., Келаманов Б.С., Самуратов Е.К., Жумагалиев Е.У., Куантаева М.Т., Өтесін А.А.</i>	143
ОБЪЕМНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ НИКЕЛЯ, СОДЕРЖАЩИХ ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ ВИСМУТ, СУРЬМУ, СВИНЕЦ. <i>Филиппов К.С.</i>	147
ЗАРОЖДЕНИЕ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ РАСПЛАВЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ СФЕРИЧЕСКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ <i>Черепанова В.К., Черепанов А.Н.</i>	153
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА И СТАЛИ В РАМКАХ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ПО КЛИМАТУ <i>Шевелев Л.Н.</i>	159
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫПУСКА ПРОДУКТОВ ПЛАВКИ <i>Пантелеев В.В., Половец М.В.</i>	164
РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ ОКСИДОВ <i>Роцин В.Е., Роцин А.В.</i>	169
СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	175
УЧЕТ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ПРИ КОМПОНОВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ <i>Алдунин А.В.</i>	175
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОКИЛЬНОГО ЛИТЬЯ <i>Воеводина М.А., Пузакова Н.В.</i>	179
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ С МАКРОСДВИГОМ <i>Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Панин Е.А.</i>	185
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТУРНОЙ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛОПРОКАТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ <i>Кокорин В.Н., Подмарев Д.Р., Мишов Н.В., Шиллер Н.П.</i>	191
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТИТАНОВОГО СТЕРЖНЯ И СТАЛЬНОЙ МИШЕНИ В РЕЗУЛЬТАТЕ УДАРНОГО ТЕСТА ТЕЙЛОРА <i>Руденя Е.А., Иванов И.В.</i>	197

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИДА НИКЕЛЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ЦИРКОНИЕМ, ПОЛУЧЕННОГО SPS-МЕТОДОМ <i>Немолочнов Д.А., Шевицова Л.И., Скороход К.А., Зимоглядова Т.А., Черкасова Н.Ю.</i>	200
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРВИЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ СИЛУМИНОВ <i>Немчинова Н.В., Кузьмин М.П., Тимофеев А.А.</i>	205
ИНСТРУМЕНТ ИЗ ДОМЕННОГО ЧУГУНА БЕЗ ВЫДЕЛЕНИЙ ГРАФИТА <i>Афанасьев В.К., Попова М.В., Сагалакова М.М., Черныш А.П.</i>	209
ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, ОТЖИГ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 10 <i>Прудников А.Н., Прудников В.А.</i>	214
ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ АСУ КАЧЕСТВОМ ОТЛИВОК <i>Князев С.В., Усольцев А.А., Скопич Д.В., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В.</i>	220
КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ БЕЛОГО НЕЛЕГИРОВАННОГО ДОМЕННОГО ЧУГУНА <i>Афанасьев В.К., Попова М.В., Черныш А.П., Сагалакова М.М., Прудников А.Н.</i>	224
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-SI-CU <i>Афанасьев В. К., Попова М.В., Малюх М.А.</i>	228
ОБРАБОТКА СТАЛИ НАНОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ <i>Ноздрин О.В., Мельников А.Г., Зыков И.Ю., Ципилев В.П.</i>	235
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ2.18 С ПРАЗЕОДИМОМ <i>Эсанов Н.Р., Ганиев И.Н., Хахимов А.Х.¹, Иброхимов Н.Ф.</i>	240
ВЛИЯНИИ ДОБАВОК СВИНЦА НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА АЖ4.5, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ <i>Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Якубов У.Ш.¹, Ганиева Н.И.</i>	245
ВЛИЯНИИ ДОБАВОК ИТТРИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ МАРОК АМГ2, АМГ3 И АМГ4	250
<i>Ганиев И.Н., Норова М.Т., Иброхимов Н.Ф., Иброхимов С.Ж.</i>	250
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ СПЛАВОВ СВИНЦА С БЕРИЛЛИЕМ, МАГНИЕМ И АЛЮМИНИЕМ <i>Ганиев И.Н., Умаров М.А., Махмадуллозода Х., Муллоева Н.М.</i>	255
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ5К10 С КАЛЬЦИЕМ <i>Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Хахимов А.Х., Ганиева Н.И., Джайлоев Дж.Х.</i>	260
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВОГО СПЛАВА ССУЗ С КАЛЬЦИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ <i>Ганиев И.Н., Ниезов О.Х., Муллоева Н.М., Якубов У.Ш.</i>	265
СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ	271
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА СОЕДИНЕНИЙ ХРОМА В НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ <i>Ширяева Л.С., Галевский Г.В., Саркенов Б.Б., Гладких И.В.</i>	271
КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА И СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКА МОЛИБДЕНА <i>Ширяева Л.С., Галевский Г.В., Саркенов Б.Б., Гладких И.В.</i>	276
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ <i>Ким К.К., Иванов С.Н.</i>	280
ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО РАЗРЯДА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОЛУЧЕНИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НИКЕЛЯ <i>Ким С.В., Байкенов М.И., Ибишев К.С.</i>	287
О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ БЕСКИСЛОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ V ₄ C-MEВ ₂ (ME = TI, V, CR, ZR) <i>Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Уваров Н.Ф., Крутская Т.М., Дубровская М.В., Саломатина А.А.</i>	290
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БРОНЗОВЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ НА КОНСТРУКЦИОННУЮ СТАЛЬ ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ ЛЕГИРОВАНИЕМ <i>Куксёнова Л.И., Козлов Д.А.</i>	294

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА БАЛЛИСТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА <i>Непочатов Ю.К., Кузнецов В.А., Богаев А.А., Бандин А.Е., Абрамян А.С., Кучумова И.Д., Матиц О.Э.</i>	301
ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИКИ ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ С ДОБАВКОЙ НАНОПОРОШКА ЭТОГО СОЕДИНЕНИЯ <i>Непочатов Ю.К., Богаев А.А., Хасанов О.Л., Двилис Э.С., Матиц О.Э., Кучумова И.Д.</i>	305
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК8 С СУБМИКРОННОЙ СТРУКТУРОЙ <i>Крутский Ю.Л., Веселов С.В., Черкасова Н.Ю., Кузьмин Р.И., Крутская Т.М., Тюрин А.Г., Квашин В.И., Зыкова Е.Д.</i>	309
ВЛИЯНИЕ САМАРИЯ И ЕВРОПИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВА AL+1.9%MN <i>Умарова Т.М., Нормамедов О.</i>	313
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОД СВАРКУ НА КАЧЕСТВО СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ЭЛС <i>Борисенко В.Ю., Бахматов П.В.</i>	317
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ТРУБНЫХ ДОСОК <i>Павлюченко П.В., Бахматов П.В., Фролов А.В.</i>	323
ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СВАРНОГО ШВА <i>Тишкова Е.Е., Жуков М.А., Бахматов П.В.</i>	329
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ НА СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ВТ 20 <i>Улановская А.И., Евин А.М., Бахматов П.В.</i>	335
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ И ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ НА ПРОЦЕССЫ РАЗРУШЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ <i>Григорьев В.В., Муравьев В.И., Бахматов П.В.</i>	339
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА <i>Старцев Е.А., Соболев Б.М., Бахматов П.В.</i>	347
ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРЕННОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ В МАГНИЕВЫХ СПЛАВАХ ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ <i>Рыспаев Т.А., Веслинг Ф., Вагнер Л.</i>	351
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ <i>Рубан К.Е., Бахматов П.В.</i>	358
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ Фуллереном C ₆₀ <i>Хайруллин Р.Р., Евдокимов И.А., Прокудин С.В., Перфилов С.А., Усеинов А.С.</i>	364
ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА <i>Морозов О.И., Табаков В.П., Кокорин В.Н., Журавлев А.С.</i>	368
ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛОВ ИМПУЛЬСНЫМИ ПЛАЗМЕННЫМИ СТРУЯМИ, ФОРМИРУЕМЫМИ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ ПРОВОДНИКОВ <i>Будовских Е.А., Бащенко Л.П., Райков С.В.</i>	374
СОЗДАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАЗМЕННОГО И ЭЛЕКТРОПУЧКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ СТАЛИ 35Л	377
<i>Волокитин Г.Г., Клопотов А.А., Иванов Ю.Ф., Чумаевский А.В., Калашников М.П., Волокитин О.Г., Безухов К.А.</i>	377

СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ.....	380
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАМОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ <i>Кривошеев С.В., Гордиевский О.И., Ноздрин И.В., Гараев Р.Г.</i>	380
ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ ДОХОДНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА <i>Галевский С.Г.</i>	385
КОРРЕКТНЫЙ УЧЕТ РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ <i>Галевский С.Г.</i>	392
О КОНТРОЛЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ <i>Спирин Н.А., Онорин О.П., Гурин И.А., Бегинюк В.А., Пишинограев С.Н.</i>	399
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАРАБАННЫХ СУШИЛОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ СУШКЕ СЫПУЧИХ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Кокорин В.Н., Еменев П. В., Дуюн О.Г., Крупенников О.Г.</i>	404
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ БАРАБАННОЙ ПЕЧИ С ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОТОКОВ <i>Кокорин В.Н., Еменев П.В., Дуюн О.Г., Бродский И.А.</i>	410
ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД <i>Нестер А.А.</i>	416
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДИСТОГО ВОССТАНОВИТЕЛЯ “КАРБОСИЛ-Э”ТМ ПО ТЕХНОЛОГИИ «ЭПОС-ИНЖИНИРИНГ» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСПЛАВА НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОМ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ <i>Павлов В.В., Безруков И.А., Мальшев С.Н., Филимоненко В.Н., Артамошкин А.С.</i>	420
ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПОЛЬШЕ <i>Медиокритский Е.Л.</i>	427
УТИЛИЗАЦИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ <i>Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Такасаки Я., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Мудаширу Л.К., Фокина Е.Л.</i>	434
ПРИМЕНЕНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ И ИНЖЕКТОРОВ В ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧАХ <i>Корнеев С.В., Трусова И.А.</i>	440
АНАЛИЗ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ <i>Павлов В.В., Романенко Ю.Е.</i>	445
ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫПЛАВКЕ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ <i>Павлов В.В., Годик Л.А., Фейлер С.В., Израильский А.О.</i>	450
УТИЛИЗАЦИЯ БЕКАБАДСКОГО СТАЛЕЛИТЕЙНОГО ШЛАКА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ВОДООЧИСТКИ <i>Кадирова З.Ч.</i>	453